

**PETROGRAFI DAN GEOKIMIA UNSUR UTAMA GRANITOID PULAU BANGKA:
KAJIAN AWAL TEKTONOMAGMATISME****Kurnia Setiawan Widana**

Pusat Pengembangan Geologi Nuklir-BATAN

Jl. Lebak Bulus Raya No. 9, Jakarta 12440

E-mail: kurnias@batan.go.id

Diterima: 15 Agustus 2013

Direvisi: 16 September 2013

Disetujui: 25 Oktober 2013

ABSTRAK

PETROGRAFI DAN GEOKIMIA UNSUR UTAMA GRANITOID PULAU BANGKA: KAJIAN AWAL TEKTONOMAGMATISME. Pulau Bangka tersusun oleh Granit Klabat dan variasi granitoidnya. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik Granitoid Pulau Bangka untuk diaplikasikan dalam mempelajari magmatisme, situasi tektonik dan hubungan antar granitoidnya untuk kemungkinan dikembangkan dalam eksplorasi. Metodologi yang digunakan dengan analisis petrografi dan geokimia unsur utama berdasarkan hasil analisis penelitian terdahulu. Penyebaran Granitoid Pulau Bangka terdiri atas Bangka Barat, Selatan, Tengah dan Timur (Belinyu). Umur granitoid berkisar dari Permian Akhir hingga Trias Akhir. Hasil analisis petrografi menunjukkan tipe granitoidnya dominan sebagai *Alkali Feldspar* dan *Syeno Granite*, sedangkan analisis geokimia sebagai *Alkali* dan *Syeno Granite*. Diagram variasi SiO₂ menunjukkan penurunan proporsi unsur-unsur utama CaO, MgO, TiO₂, Al₂O₃ dan P₂O₅ dengan kenaikan SiO₂ dipengaruhi fraksinasi dengan afinitas magma sebagai *calc-alkalic* dengan kandungan K yang tinggi (*high K Calc Alkaline*). Afinitas tersebut dapat terbentuk pada *continental arc* dimana tektonik yang berperan berupa subduksi dan kolisi. Tipologi granitoidnya secara umum sebagai peraluminous, dengan tipe I. Pada Granitoid Bangka Tengah dan Timur (Belinyu) dicirikan proporsi magnetit, *magnesian*, dan lebih primitif, sedangkan tipe S pada Granitoid Bangka Selatan dan Barat dicirikan oleh tingginya K₂O dan kehadiran mineral alumina seperti biotit ± muskovit ± kordierit yang melimpah.

Kata Kunci: Granitoid, petrografi, tipe I, tipe S, subduksi, kolisi, Pulau Bangka

ABSTRACT

PETROGRAPH AND GEOCHEMICAL GRANITOID MAIN ELEMENT OF BANGKA ISLAND: TECTONOMAGMATISM INITIAL REVIEW. Bangka Island is composed by Klabat Granite and its granitoid variations. This study aims to investigate the characteristics of granitoid Bangka Island to be applied in the study of magmatism, tectonic situations and relationships developed in granitoid for possible exploration. The methodology used by observations with a thin section of rock (petrography) and secondary major elements analysis from previous research. Granitoid samples are collected from Western, Southern, Central and East (Belinyu). Granitoid ages range from Late Permian to Late Triassic. Petrographic analysis showed dominant granitoid type as *Alkali Feldspar-Syeno Granite*, whereas geochemical analysis as *Alkali -Syeno Granite*. SiO₂ variation diagram shows declining in the proportion of the major elements CaO, MgO, TiO₂, Al₂O₃ and P₂O₅ with increasing SiO₂ influenced by affinity fractionation as *calc-alkalic* magma with high K content. Affinity can be formed on *continental arc* where subduction and collision involved. Preliminary result granitoid typology as peraluminous, with I type. In Central and Eastern Bangka (Belinyu) characterized by high proportion of magnetite, *magnesian*, and more

primitive, while S type in the South and West Bangka are characterized by high K₂O and the presence of abundant biotite \pm muscovite \pm cordierite.

Keywords: Granitoid, petrography, I type, S type, subduction, collision, Bangka Island

PENDAHULUAN

Geologi regional Pulau Bangka termasuk dalam propinsi granitoid bagian timur (*eastern range/tipe I*) dan utama (*main range/tipe S*) yang juga menyusun geologi Semenanjung Malaya hingga bagian bagian timur Sumatra. Granit berumur Trias tersebut berhubungan dengan pembentukan timah yang membentang dari Indo China–Semenanjung Thailand–Malaysia–Kepulauan Riau–Pulau Bangka & Belitung hingga Kalimantan Barat sebagai “*Granite Tin Belt*”^[1]. Batas antara propinsi utama dan timur menerus ke selatan yang mungkin ditemui di Sumatra serta dipercaya membatasi “*Tin Island*” dan Sumatra bagian timur sebagai blok Sibumasu^[2]. Latar belakang kajian ini adalah mempelajari karakter granitoid yang tersebar dan menyusun geologi Pulau Bangka berdasarkan data primer dan sekunder, masing-masing berupa analisis petrografi dan geokimia oksida mayor. Obyek penelitian ini adalah granit yang menyusun geologi regional Pulau Bangka sebagai Granit Klabat dengan ruang lingkup analisis pada petrografi sebagai data primer, sedangkan data unsur utama berdasarkan penelitian terdahulu^[3]. Maksud kajian ini untuk mengetahui karakter dan tipologi granitoid yang menyusun Pulau Bangka, sedangkan tujuannya memahami karakteristik Granitoid Pulau Bangka tersebut dihubungkan dengan magmatisme dan situasi tektonik granitoid pembentukannya.

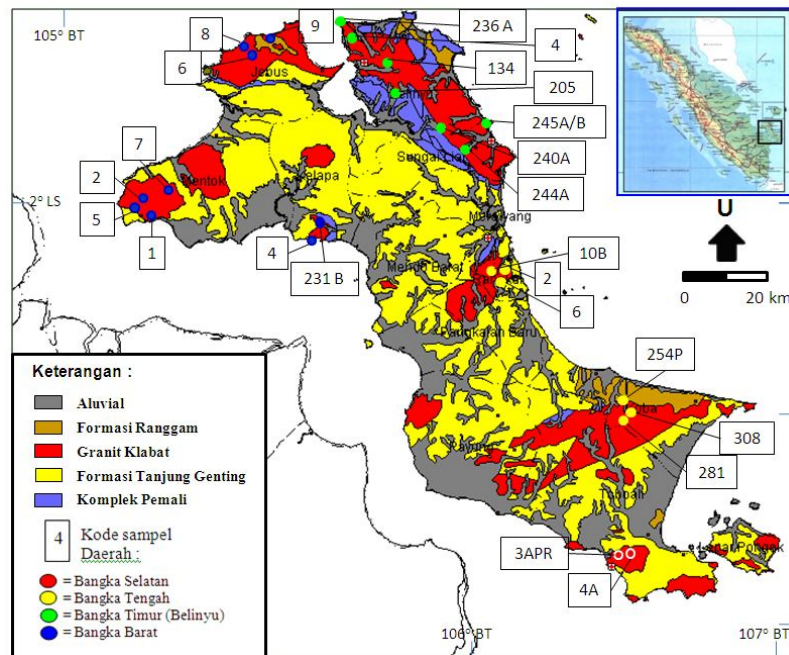
GEOLOGI REGIONAL

Geologi penyusun daerah Bangka dominan disusun oleh Komplek Pemali, Formasi Tanjung Genting, Granit Klabat, dan Aluvial. Granit Klabat tersebut disusun oleh granit, granodiorit, adamellit, diorit, dan diorit kuarsa (Gambar 1)^[4]. Granit Klabat beserta sekis Komplek Pemali yang tersebar di berbagai lokasi di Pulau Bangka dan Sumatra dipercaya sebagai bagian basement sebelum Mesozoik. Berdasarkan pentarikan K/Ar menunjukkan umur Granitoid Pulau Bangka 251–200 juta tahun (Permian Akhir–Trias Akhir)^[3].

TATA KERJA

Tata kerja yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

- Kajian data sekunder, hasil analisis penelitian terdahulu khususnya untuk oksida unsur utama^[3].
- Persiapan sampel berupa preparasi sayatan tipis batuan untuk analisis petrografi
- Pemrosesan data berupa analisis laboratorium petrografi
- Analisis dan interpretasi meliputi pengolahan dan *plotting* data dalam diagram diskriminan/klasifikasi petrografi dan geokimia



Gambar 1 . Peta Geologi dan lokasi pengambilan sampel Granit Klabat di Pulau Bangka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

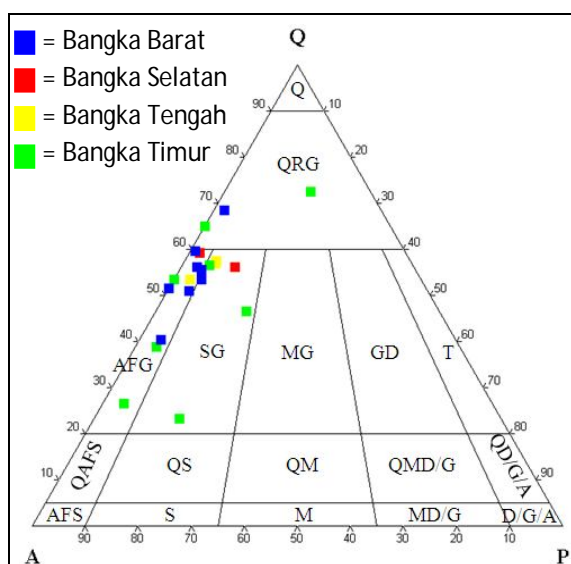
Petrografi

Sejumlah 23 sampel batuan mewakili granitoid yang tersebar di Pulau Bangka dilakukan analisis petrografi di Pusat Pengembangan Geologi Nuklir-BATAN. Kode sampel dibedakan berdasarkan daerah/kabupaten yaitu Bangka Selatan (merah), Bangka Tengah-Pangkal Pinang (kuning), Bangka Timur/Belinyu (hijau) dan Bangka Barat (biru) (Gambar 1). Karakter petrografi Granitoid Pulau Bangka dirangkum dalam Tabel 1. Hasil analisis petrografi dengan klasifikasi IUGS^[5] menunjukkan 3 tipe batuan granitoid dominan di Pulau Bangka berupa *Alkali Feldspar Granitoid*, *Syeno Granite*, dan *Quartz Rich Granitoid* (Gambar 2).

Tabel 1. Ringkasan hasil analisis petrografi dan proporsi mineral Granitoid Pulau Bangka

Daerah	Lokasi	Tipe		Proporsi Mineral Primer							
				Qtz	Kfs	Pl	Bt	Ms	Zrn	Mnz	Crd
Bangka Selatan	Toboali	AFG	Granit Biotit	+++	+++	++	++		+		
Bangka Tengah	Pangkal Pinang	SG	Granit 2 Mika	+++	+++	+++	+++	++	+		
	Koba/Pading	AFG		+++	+++	++	+++	++	+		
Bangka Timur (Belinyu)	Romodong	SG	Granit 2 mika	+++	+++	+++	+++	+	+	+	
	Penyamun	QRG	Granit eutaxitic	+++	+++						
	Pemali	AFG	Granit 2 Mika	+++	+++	+++		+++			
	S. Liat	AFG	-	+++	+++	++	+	+		+	
Bangka Barat	Menumbing	AFG	Granit Biotit	+++	+++	++	+++	+	+		+++
	Tempilang			+++	+++	+++	+++	+	+		+++
	Parit 3/Jebus			+++	+++	++	+++	+			+++

Keterangan: AFG = Alkali Felspar Granit, SG = Syeno Granite, QRG = Quartz Rich Granitoid
+++ = mineral mayor, ++ = mineral minor, + = mineral asesoris, Qtz = kuarsa, Kfs = K-feldspar, Pl = Plagioklas, Bt = Biotit, Ms = Muskovit, Zrn = Zirkon, Mnz = Monasit, Crd = Kordierit



Gambar. 2. Diagram terner Le Bas dan Streckeisen (1991, dimodifikasi hanya batuan pluton) untuk granitoid di Pulau Bangka.

Keterangan: AFS=Alkali Feldspar Syenite, QAFS=Quartz Alkali Feldspar Syenite, AFG=Alkali Feldspar Granit, QRG=Quartz Rich Granitoid, Q=Quartzolite, SG=Syeno Granite, QS=Quartz Syenite, S=Syenite, MZ=Monzonite, QZ=Quartz Monzonite, MG=Monzo Granite, GD=Granodiorite, QMD=Quartz Monzo Diorite/Gabro, MD/G=Monzo Diorite/Monzo Gabbro, QD/G/A=Quartz Diorite/Gabbro/Anorthosite, D/G/A= Diorite/Gabbro/ Anorthosite, dan T=Tonalite.

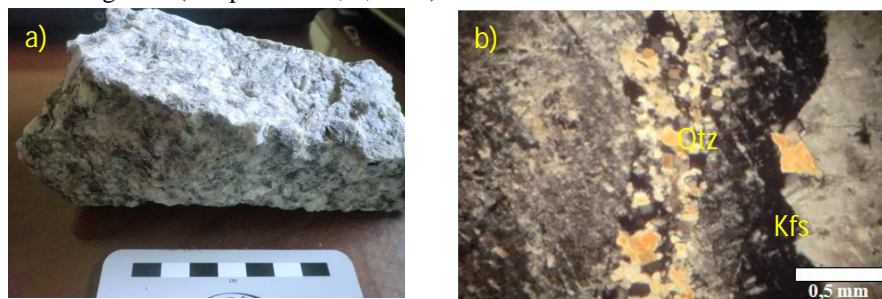
Granitoid Pulau Bangka dibedakan menjadi beberapa tipe lokasi:

a. Granit Toboali

Granit ini dijumpai di daerah Toboali-Bangka Selatan. Penampakan tubuh singkapan yang dijumpai mempunyai karakter megaskopis tekstur janerik disusun oleh mineral kuarsa, felspar dan biotit yang melimpah sehingga penamaan megaskopisnya sebagai Granit Biotit. Secara mikroskopis memperlihatkan tekstur *equigranular* berukuran sedang (sampel BASEL/3APR dan 4A). Batuan disusun oleh kuarsa (25–51 %), *K-feldspar* (30–42 %), plagioklas (2,3–8 %), biotit (2,7–4 %) dengan mineral asesoris zirkon, sedangkan mineral ubahannya berupa serisit, klorit, kuarsa sekunder dengan tingkat ubahan lemah. Kuarsa dan *K-feldspar* menunjukkan tekstur *subgrain*, *unsutured* dan pertit. Tekstur pertit dibentuk oleh proses eksolusi antara Na dan *K-feldspar* pada pendinginan yang lambat, sedangkan tekstur *unsutured* sebagai penunjuk proses tekanan tinggi^[6]. Tipe Granit Toboali sebagai *Alkali Feldspar* dan *Syeno Granite*.

b. Granit Pangkal Pinang

Granit ini dijumpai di sekitar kota Pangkal Pinang yang dijumpai membentuk morfologi perbukitan terjal, dicirikan oleh mineral berukuran lebih dari 3 cm, digolongkan sebagai Granit Pegmatit (sampel PKP/2, 6, 10B.) (Gambar 3.a).



Gambar 3. a). Granit pegmatit di daerah Pangkal Pinang (PKP/2).

b). Tekstur kuarsa subgrain mengisi diantara K-feldspar pada Granit Pangkal Pinang (PKP/2).

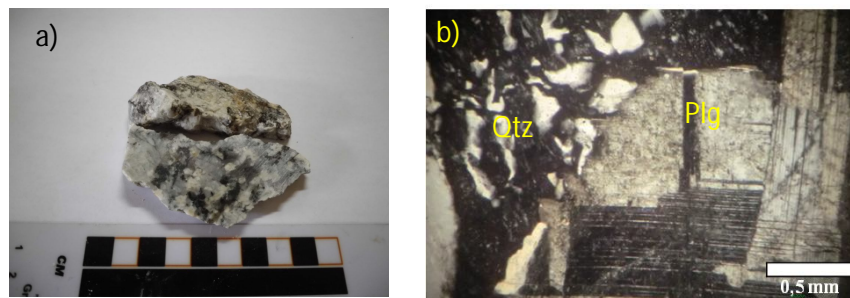
Pengamatan pada sayatan tipis menunjukkan tekstur *equigranular*. Batuan disusun oleh *K-feldspar* (33–40 %), kuarsa (21–30%), plagioklas (2–3 %), biotit (3–4 %), muskovit (1–2 %), sedangkan mineral ubahannya berupa serisit, klorit, kuarsa sekunder dengan tingkat ubahan lemah–sedang. *K-feldspar* dan kuarsa dan menunjukkan tekstur pertit, *unsutured* dan *subgrain* (Gambar 3.b). Tekstur *subgrain* merupakan rekristalisasi sebagai respon terhadap tekanan pasca kristalisasi yang disebabkan oleh struktur hingga tektonik. Tipe Granit Pangkal Pinang sebagai *Alkali Feldspar–Syeno Granite*.

c. Granit Koba

Granit Koba dijumpai di daerah Bangka Tengah berupa tubuh-tubuh yang tersebar membentuk morfologi perbukitan bergelombang. Penampakan megaskopis tersusun oleh mineral dengan ukuran sedang, janerik dengan penampakan tekstur mikroskopis *equigranular*, ukuran halus-sedang (BATENG/254), dijumpai tekstur *unsutured* dan pertit. Mineral penyusunnya adalah kuarsa (37 %), *K-feldspar* (45 %), plagioklas (3%) dan biotit yang melimpah (5%). Mineral ubahan berupa serisit, klorit dan biotit dengan tingkat alterasi sedang. Tipe Granit Koba sebagai *Alkali Feldspar Granite*.

d. Granit Belinyu

Granit Belinyu ini terutama berada di daerah Romodong yaitu Pantai Penyusuk yang memiliki penampakan megaskopis sebagai pegmatitik, sebagian besar mineralnya berukuran kasar dan tidak seragam (BLN/4 dan 205) (Gambar 4.a). Fenokris berupa felspar dengan ukuran butir mencapai > 2 cm, sedangkan sampel BLN/134 mempunyai ukuran lebih halus dan seragam. Pengamatan pada sayatan tipis memperlihatkan tekstur kristal *equigranular* dengan ukuran mineral sedang, yang disusun oleh *K-feldspar* (8-44 %), kuarsa (17-48%), plagioklas (11-15%), biotit (1-4 %), muskovit (1-5%), mineral asesoris berupa zirkon, monasit, sedangkan mineral ubahannya berupa serisit, klorit, kuarsa sekunder dan biotit dengan tingkat ubahan lemah-sedang. Dijumpai tekstur tumbuh antara *K-feldspar* dan kuarsa sebagai mikrografik dan periklin pada plagioklas (Gambar 4.b). Tipe Granit Sungai Liat sebagai *Syeno Granite* dan *Quartz Rich Granitoid*.

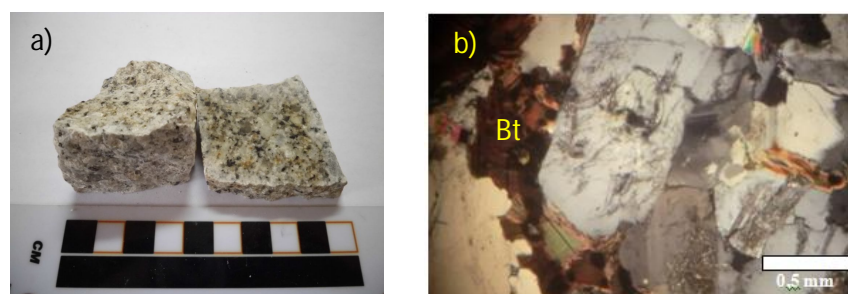


Gambar 4. a). Sampel Granit Belinyu dengan ukuran mineral kasar.

b). Penampakan tekstur tumbuh mikrografik pada *K-feldspar* dan kuarsa dan periklin plagioklas pada Granit Belinyu (BLN/04).

e. Granit Tempilang

Granit ini terletak di daerah Tempilang dan sekitarnya, singkapan utama terdapat di sekitar Pantai Pasir Kuning. Karakter megaskopis batuan tersusun oleh mineral berukuran sedang (sampel BABAR/4 dan BLN/231 B) (Gambar 5.a). Pengamatan mikroskopis menunjukkan tekstur *equigranular* dengan ukuran mineral sedang yang disusun oleh kuarsa (32-44%), *K-feldspar* (40%), plagioklas (4-16 %), kordierit (5%), biotit (3-5%), mineral asesoris muskovit, zirkon, sedangkan mineral ubahannya serisit, klorit, biotit dengan tingkat alterasi tergolong lemah, biotitnya dijumpai pleokroik halo (Gambar 5.b). Tipe Granit Tempilang sebagai *Alkali Feldspar-Syeno Granite*.

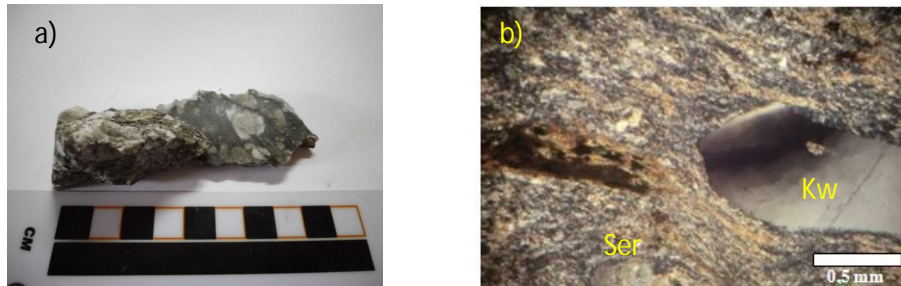


Gambar 5. a). Sampel Granit Tempilang berukuran mineral sedang dan seragam.

b). Penampakan paleokroik halo pada biotit.

f. Granit Penyamun

Granit Penyamun ini tersingkap di Desa Penyamun, Kecamatan Pemali dan mengalami kontak dengan Granit Pemali, dimana batuan ini menerobos granit Pemali (BATAN, 2011)^[7]. Batuan memiliki penampakan megaskopis berupa fenokris yang berukuran besar (> 2 cm) sebagai megakris *K-feldspar* sedangkan massa dasarnya sangat halus (sampel BLN/240A) (Gambar 6.a). Sayatan tipis memperlihatkan tekstur *inequigranular*, porfiri, *eutaxitic* dan penampakan penjajaran mineral dalam massa dasar akibat kompaksi (Gambar 6.b). Batuan disusun oleh fenokris berupa kuarsa (26%), *K-feldspar* (14%), sedangkan massa dasarnya berupa serisit, klorit dan kuarsa sekunder. Tingkat alterasi tergolong sedang. Tipe Granit Penyamun sebagai *Quartz Rich Granitoid*.



Gambar 6. a). Penampakan megaskopis tekstur porfiri dan megakris *K-feldspar* pada Granit Penyamun (BLN/240 A).

b). Penampakan tekstur *eutaxitic* pada Granit Penyamun. Fenokris berupa kuarsa dan massa dasar dominan berupa serisit.

g. Granit Pemali

Granit Pemali mempunyai penyebaran dari Pemali hingga Riau Silip, memiliki penampakan megaskopis tersusun oleh mineral yang seragam berukuran halus diperkuat dengan penampakan tekstur mikroskopis *equigranular*, ukuran sedang (sampel 244A). Mineral penyusunnya adalah kuarsa (47%), *K-feldspar* (32%), plagioklas (4%) dan muskovit (6%) yang melimpah. Mineral ubahan berupa serisit, klorit, muskovit dan kuarsa sekunder dengan tingkat alterasi lemah. Tipe Granit Pemali sebagai *Alkali Feldspar Granite*.

h. Granit Sungai Liat

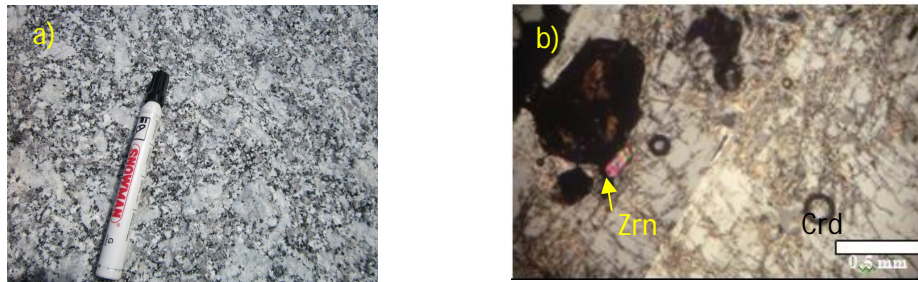
Granit ini memiliki penyebaran luas di daerah pantai timur Kabupaten Bangka yaitu daerah Sungai Liat antara lain di Pantai Rabu, Pantai Tikus, Pantai Tanjung Pesona, Pantai Parai, Pantai Matras sampai daerah Desa Deniang. Sampel yang diamati berasal dari Pulau Parai dan Tanjung Pesona (BLN/245A dan 245B). Penampakan megaskopis batuan bertekstur janerik dengan ukuran mineral sedang, sedangkan pengamatan mikroskopis batuan memiliki tekstur *equigranular*, berukuran sedang disusun oleh *K-feldspar* (19-62 %), kuarsa (22-24 %) dan plagioklas (4%) dengan mineral asesoris biotit, muskovit dan monasit dan mineral ubahan serisit (dominan), klorit dan mineral opak dengan tingkat ubahan lemah-sedang. Tipe Granit Sungai Liat sebagai *Alkali Feldspar Granite*.

i. Granit Parit Tiga (Jebus)

Granit ini terletak di bagian utara Kabupaten Bangka Barat meliputi daerah Parit Tiga (Jebus) dan sepanjang pantai Utara yaitu Jebu Laut dan Penganak. Penampakan megaskopisnya memiliki ukuran mineral kasar terutama kuarsa (lebih dari 2 cm) dan biotit melimpah sebagai granit biotit (sampel BABAR/6, 8 dan 9). Sering dijumpai *enclave* batuan mafik kaya hornblende. Pada sayatan tipis menunjukkan tekstur *equigranular* dengan ukuran mineral kasar, yang disusun oleh kuarsa (30-47%), *K-feldspar* (20-27%), biotit (3-16%), kordierit (5-8%), plagioklas (2-3%) dengan mineral asesoris muskovit, sedangkan mineral ubahannya serisit, klorit dengan tingkat alterasi batuan tergolong lemah-sedang. Tekstur pertit *K-feldspar* umum dijumpai pada granitoidnya. Tipe Granit Parit Tiga (Jebus) adalah *Quartz Rich Granitoid* dan *Alkali Feldspar Granite*.

j. Granit Menumbing

Granit ini terletak di Pegunungan Menumbing dan sekitarnya, singkapan utama terdapat di lokasi Batu Balai dan Gunung Menumbing yang berada di bagian barat Mentok ibukota Kabupaten Bangka Barat. Karakter megaskopis granit bertekstur janerik berukuran kasar dominan kuarsa serta biotit yang merata. *Enclave* mafik dijumpai pada Granitoid Menumbing. Secara mikroskopis menunjukkan tekstur *equigranular* dengan variasi ukuran kristal dominan kasar yang disusun oleh mineral kuarsa (34-52%), *K-feldspar* (25-34 %), biotit (4-8%), plagioklas (1-3%), kordierit (5-9%) dengan mineral asesoris muskovit dan zirkon, sedangkan mineral ubahannya serisit, klorit dengan tingkat ubahan batuan tergolong lemah (Gambar 7). Tipe Granit Menumbing sebagai *Alkali Feldspar Granite*.



Gambar 7. a). Tekstur janerik Granit Menumbing berukuran kasar dengan biotit melimpah.
b). Penampakan alterasi berupa serisit (pinnit) pada kordierit dan inklusi zirkon.

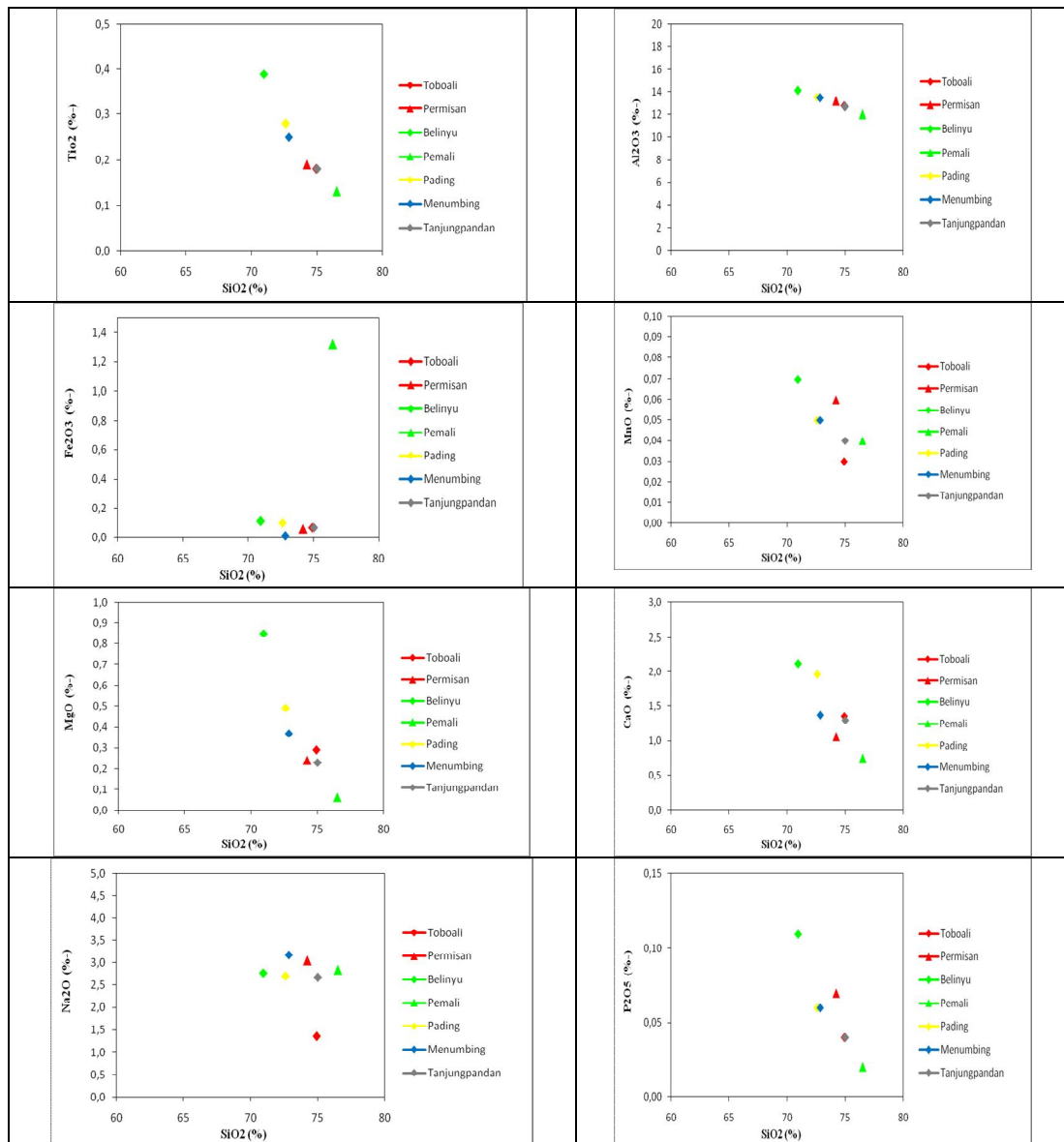
Geokimia Unsur Utama

Unsur-unsur utama sebagai oksida merupakan data sekunder^[3] (Tabel 2), berasal dari 6 lokasi granit yang representatif mewakili Granitoid Bangka, sedangkan yang lokasinya sama dengan penelitian ini pada 5 lokasi yaitu Toboali, Pading (Koba), Pemali, Belinyu, dan Menumbing. Diagram Harker yang mewakili Granitoid Pulau Bangka menunjukkan korelasi negatif dengan kenaikan kandungan SiO_2 terhadap TiO_2 , Al_2O_3 , MnO , MgO , CaO dan P_2O_5 (Gambar 8). Turunnya kandungan Al_2O_3 , CaO kecuali K_2O dengan kenaikan konsentrasi SiO_2 pada Granitoid Pulau Bangka terkait dengan proses fraksinasi *K-feldspar*. Sedangkan turunnya P_2O_5 berhubungan dengan fraksinasi apatit atau monasit. Pada diagram SiO_2 - Na_2O pola cenderung datar terhadap kenaikan kandungan silika, kecuali sampel dari Toboali dengan pola negatif yang disebabkan fraksinasinya tidak berhubungan dengan plagioklas, karena pola positif bila terdapat Na-plagioklas^[8]. Hal tersebut diperkuat dengan kandungan mineral plagioklas yang relatif lebih kecil dibandingkan granitoid lainnya. Proporsi Na_2O dan K_2O

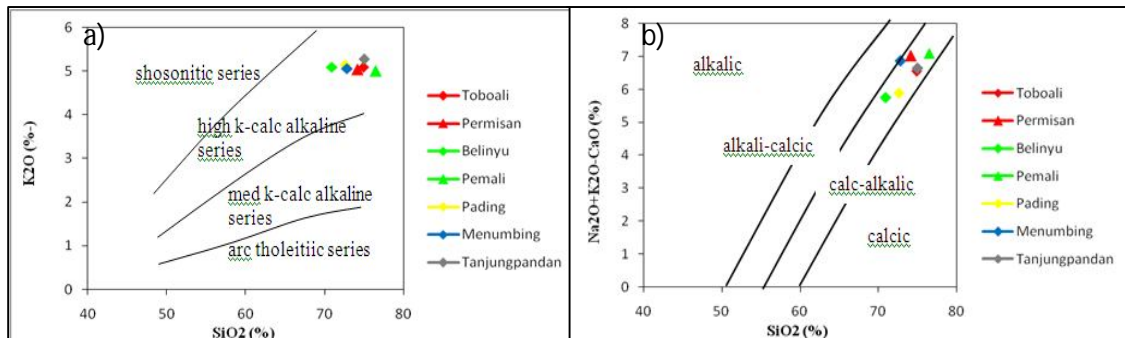
Granitoid Pulau Bangka masing-masing pada kisaran 2,67–3,18 % dan 5 % sebagai karakter tipe S, dengan parameter $\text{Na}_2\text{O} < 3,2 \%$ dan $\text{K}_2\text{O} = 5 \%$ ^[8].

Tabel 2. Hasil analisis unsur mayor Granitoid Pulau Bangka^[3]

Lokasi	Tanjung pandan	Toboali	Permisan	Menumbing	Pading	Belinyu	Pemali
Umur (jt)	215 ± 3	217 ± 15	213 ± 4	200 ± 4	223 ± 16	251 ± 10	211 ± 16
Daerah	Belitung	Bangka Selatan		Bangka Barat	Bangka Tengah	Belinyu	
(%)							
SiO_2	75,03	74,91	74,21	72,85	72,62	70,95	76,49
TiO_2	0,18	0,18	0,19	0,25	0,28	0,39	0,13
Al_2O_3	12,70	12,77	13,20	13,46	13,55	14,13	12,02
Fe_2O_3	0,07	0,07	0,06	0,10	0,10	0,11	1,32
FeO	1,86	1,90	1,93	2,17	2,26	2,69	1,19
MnO	0,04	0,03	0,06	0,05	0,05	0,07	0,04
MgO	0,23	0,29	0,24	0,37	0,49	0,85	0,06
CaO	1,3	1,36	1,06	1,37	1,96	2,12	0,74
Na_2O	2,67	2,82	3,05	3,18	2,70	2,78	2,84
K_2O	5,27	5,09	5,03	5,06	5,14	5,09	5,00
P_2O_5	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,11	0,02
LOI	0,51	0,44	0,66	1,02	0,47	0,52	0,76
Total	99,90	99,90	99,76	99,94	99,68	99,81	99,42



Gambar 8. Variasi diagram Harker mewakili Granitoid Pulau Bangka.

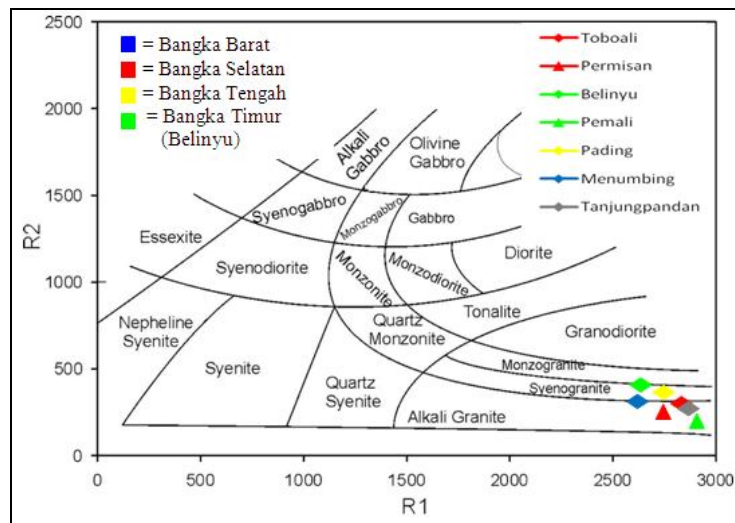


Gambar 9. a) Diagram SiO₂-K₂O Granit Pulau Bangka pada *High K Calc Alkaline*.

b) Diagram SiO₂-MALI menunjukkan afinitas *Calc-Alkalic*.

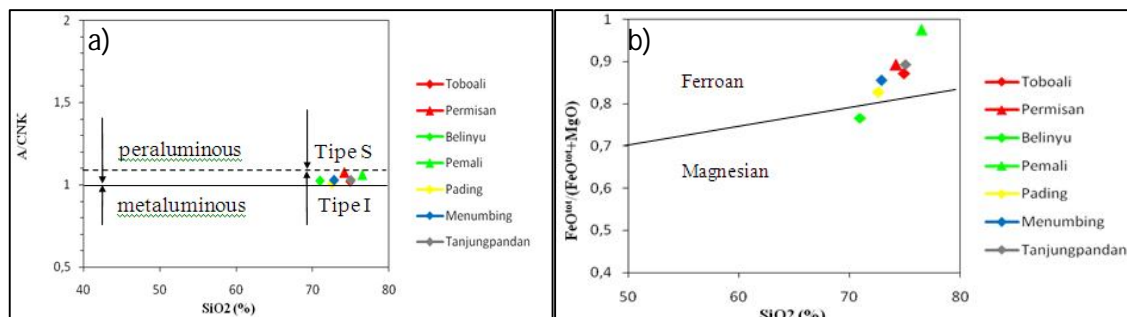
Secara spesifik dengan diagram SiO₂-K₂O^[9] menunjukkan afinitas Granitoid Pulau Bangka termasuk *high K-calc alkaline* (Gambar 9). Frost dan Frost mengaplikasikan diagram unsur utama menggunakan nomor *Modified Alkali Lime Index* (MALI) dan Fe/Fe indeks (Fe*)^[10]. Diagram MALI membentuk pola alkali lime subparalel pada afinitas *Calc-alkali* selama diferensiasi dengan sumber magma yang sama (Gambar 9.b). Kisaran afinitas Granitoid Pulau Bangka yang dihasilkan dari dua diagram berbeda tersebut yaitu *Calc Alkaline-High K Calc Alkaline* menunjukkan karakter yang serupa dengan Granitoid Provinsi Timur (tipe I) yang berada di Semenanjung Malaysia^[11]. Posisi tektonik yang memungkinkan pembentukan afinitas granitoid tersebut adalah *continental arc-post collisional*^[12]. Magmatisme tipe I *Calc-alkalic* berhubungan erat dengan subduksi dengan protolit berasal dari peleburan sebagian *hydrous*, batuan beku menengah-mafik serta metamorf^[13].

Plot dalam klasifikasi normatif batuan plutonik dengan diagram multi kation R1-R2^[14], dimana R1= 4Si - 11(Na+K) - 2(Fe+Ti) dan R2= 6Ca + 2Mg + Al, sampel dari Pading (Bangka Tengah) dan Bangka Timur (Belinyu) termasuk *Syeno Granite* dan Menumbing (Bangka Barat), Toboali-Permisan (Bangka Selatan), Pemali, dan Tanjung Pandan termasuk *Alkali Granite* (Gambar 9.a). Diagram multikation lebih luas karena tidak hanya dipengaruhi oleh proporsi silika dari kuarsa, felspar namun juga memperhitungkan kation Mg dan Fe yang dapat berasal dari mineral mafik^[14].



Gambar 10. Diagram multikation R1-R2 untuk batuan plutonik dan vulkanik^[14], dimana $R1 = 4Si - 11(Na+K) - 2(Fe+Ti)$ dan $R2 = 6Ca + 2Mg + Al$, menunjukkan granitoid Pulau Bangka sebagai *Syeno Granite* dan *Alkali Granite*.

Diagram indeks A/CNK (Gambar 11.a) menunjukkan semua sampel Granitoid Pulau Bangka menunjukkan rasio A/CNK lebih dari 1 sebagai peraluminous sedangkan tipe granitoidnya masih termasuk tipe I dengan nilai indeks A/CNK masih di bawah 1,1 walaupun mendekati batas tipe S (Gambar 11.a). Kandungan Al yang jenuh^[15] berasal dari metasedimen, sehingga diinterpretasi mempengaruhi tipe granitoid Pulau Bangka.



Gambar 11. a). Diagram tipe batuan granitoid tipe I dan S, SiO_2 -A/CNK ($A/CNK = \text{Mol\% } Al_2O_3 / CaO + Na_2O + K_2O$)^[15].

b). Diagram klasifikasi Fe indeks (Fe^*)^[10] menunjukkan Granitoid Pulau Bangka dominan *ferroan* kecuali Granitoid Belinyu termasuk *magnesian*.

Berdasarkan $Fe^* [(FeO_{tot}/FeO_{tot} + MgO)]$ semua sampel termasuk *ferroan* kecuali sampel Granitoid Belinyu sebagai *magnesian* (Gambar 11.b). *Magnesian* identik dengan Batolit Cordillera sebagai granitoid tipe I yang terbentuk pada *continental arc*^[12]. Ishihara mengelompokkan granitoid menjadi tipe ilmenit (kurang dari 0,1 %) dan magnetit (0,1–2%)^[16]. Berdasarkan perhitungan normatif CIPW, proporsi kandungan ilmenit dan magnetitnya menunjukkan Pemali, Pading (Bangka Tengah) dan Belinyu (Bangka Timur)

sebagai tipe magnetit, sedangkan analisis mineragrafi^[7], beberapa sampel Granitoid Toboali (Bangka Selatan) disusun oleh mineral opak berupa ilmenit (0,01–1,15%), hematit (0,01 %), pirhotit (0,01–0,05%) dan pirit (0,01–0,25%) dan Belinyu berupa magnetit (0,01–0,1%), pirit (0,01–0,02 %), kalkopirit (0,01–0,02 %) dan hematit (0,01%) sehingga Granitoid Bangka Selatan dan Belinyu, masing-masing sebagai tipe ilmenit dan magnetit. Granitoid tipe ilmenit terdapat pada batuan peraluminous yang sumber magmanya asal kerak, sedangkan magnetit pada batuan metaluminous yang sumber magmanya variasi dari pencampuran kerak dan selubung. Tektonik yang memungkinkan pembentukan tipe granitoid tersebut masing-masing adalah *collision* dan *continental arc*. Perhitungan normatif CIPW (Tabel 3) didapatkan konsentrasi Ca-plagioklas (anortit) dan Mg-piroksen (hipersten) yang lebih besar pada Granitoid Belinyu (Bangka Timur) dan Pading (Bangka Tengah).

Tabel 3. Hasil perhitungan Normatif CIPW

Lokasi	Tanjung pandan	Toboali	Permisan	Menumbing	Pading	Belinyu	Pemali
Daerah	Belitung	Bangka Selatan	Bangka Barat	Bangka Tengah	Belinyu		
norm							
Qtz	34,94	33,49	33,34	30,09	30,85	27,87	38,75
Cor	0,34	0,25	0,98	0,41	0,13	0,46	0,64
Or	31,11	30,05	29,69	29,87	30,34	30,05	29,51
Ab	22,57	23,84	25,78	26,88	22,82	23,5	24,01
An	6,19	6,48	4,8	6,4	9,33	9,8	3,54
Hy	3,71	3,91	3,89	4,5	4,92	6,45	1,09
Mt	0,1	0,1	0,09	0,15	0,15	0,16	1,92
Il	0,34	0,34	0,36	0,48	0,53	0,74	0,25
Hm	-	-	-	-	-	-	1,32
Ap	0,09	0,09	0,15	0,13	0,13	0,24	0,04

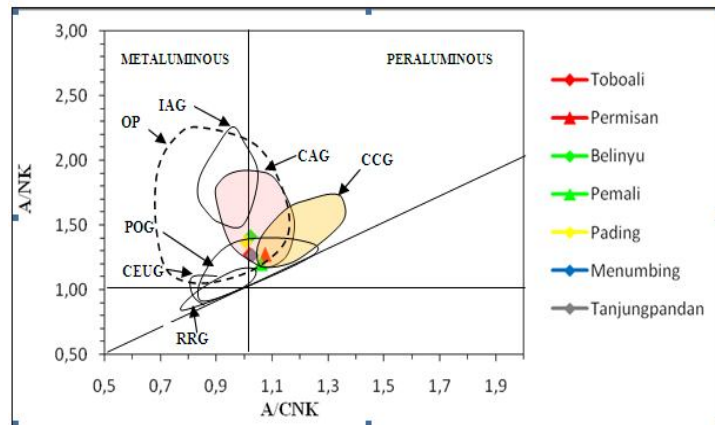
INTERPRETASI

Data geokimia unsur utama yang diplot pada diagram Harker terhadap oksida utamanya menunjukkan distribusi normal dengan penurunan TiO_2 , Al_2O_3 , MnO , MgO , CaO dan P_2O_5 terhadap SiO_2 serta kesesuaian granitoid terhadap evolusi melalui fraksinasi kristalisasi kecuali kandungan Na_2O (2,5–3,2 %) yang relatif stabil di semua Granitoid Pulau Bangka. Demikian pula kandungan K_2O yang berkisar 5%, $\text{TiO}_2 < 1,3\%$ mengindikasikan kondisi yang berhubungan dengan subduksi^[9] dengan afinitas magmatik sebagai *Calc-alkalic* pada diagram SiO_2 -MALI (Gambar 9.b), sedangkan *High K Calc Alkaline* pada diagram SiO_2 - K_2O (Gambar 9.a) dapat terbentuk pada situasi *collisional*^[6]. Berdasarkan kandungan Fe yang secara umum tergolong *ferroan*, memberikan indikasi Granitoid Pulau Bangka sebagai tipe S, kecuali Granitoid Bangka Timur (Belinyu) yang tergolong *magnesian* sebagai tipe I. Indikasi tipe *ferroan* diperkuat oleh melimpahnya biotit pada Granitoid Pulau Bangka, sedangkan saturasi aluminanya sebagai *peraluminous* didukung dengan keterdapatannya mineral alumina seperti muskovit hingga kordierit asal metasedimen sebagai tipe S. Hasil diagram variasi SiO_2 - MgO , menunjukkan proporsi MgO yang lebih besar pada Granitoid Pading (Bangka Tengah) dan Belinyu (Bangka Timur) sebagai petunjuk pembentukannya berasal dari magma yang lebih primitif dibandingkan granitoid lainnya. Tipologi granitoidnya berdasarkan proporsi Na_2O relatif rendah ($< 3,2\%$) dan K_2O tinggi ($\pm 5\%$) termasuk tipe S, namun

berdasarkan rasio A/CNK berada pada batas atas tipe I mendekati tipe S, sehingga diinterpretasikan sumber magma masih dipengaruhi oleh sedimen yang berasal dari kerak.

Major Elements Geochemical Tectonic Discriminant

Diagram Aluminium Saturation Index (ASI) atau Shand Index dikembangkan oleh Maniar dan Picolli untuk mengetahui lingkungan tektonik^[17]. *Plotting* data sekunder mewakili Pulau Bangka pada diagram ASI yang telah dimodifikasi oleh Maniar dan Picolli menunjukkan lingkungan tektonik berada pada *Continental Collision Granitoids (CCG)* dan *Continental Arc Granitoids (CAG)*^[17] (Gambar 12).



Gambar 12. *Shand index* dengan interpretasi lingkungan tektonik Pulau Bangka yang berada pada CAG dan CCG^[18/17].

Keterangan: *IAG* = island arc granitoids, *CAG* = continental arc granitoids, *CCG* = continental collision granitoids, *POG* = post-orogenic granitoids, *RRG* = rift-related granitoids, *CEUG* = continental epirogenic uplift granitoids, *OP* = oceanic plateau granitoids.

Berdasarkan afinitas magma dan diagram pembeda tektoniknya didefinisikan tatanan tektoniknya pada *continental arc-collision* dimana melibatkan geodinamik subduksi hingga kolisi.

Rangkuman karakter geokimia Granitoid Pulau Bangka berdasarkan hasil analisis unsur utama disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakter geokimia unsur utama Granitoid Pulau Bangka

Daerah	Lokasi	Data unsur utama dari Schwartz, dkk (1995)						Indikasi Tipologi (Chappell dan White, 2001)		Tektonic Discriminant
		Diagram Harker	SiO ₂ -K ₂ O (Gill, 1981)	MALI (Frost dan Frost, 2008)	A/CNK- A/NK (Shand, 1951)	Fe* (Frost, dan Frost, 2008)	CIPW	Tipe I	Tipe S	Maniar dan Picolli (1989)
Bangka Barat	Menumbing	-	High K Calc Alkaline	Calc-alkalic	Peraluminous	Ferroan	-	-	Na ₂ O < 3,2% K ₂ O ± 5 % Bt>> Cr<>>	Continental Collision
Bangka Selatan	Toboali	-					-	-	Na ₂ O < 3,2% K ₂ O ± 5 % Bt, Ilm>>	Continental Collision
Bangka Tengah	Koba / Pading	TiO ₂ <1,3 % MgO>>					An>> Hy>> Mt>>	A/CNK< 1,1	-	Continental Arc
Bangka Timur (Belinyu)	Pemali	-				Magnesian	Mt>>	A/CNK< 1,1	-	Continental Arc
	Romodong (Belinyu)	TiO ₂ <1,3 % MgO>>				Ferroan	An>> Hy>> Mt>>	A/CNK< 1,1 Mag>>	-	Continental Arc

KESIMPULAN

Berdasarkan karakter megaskopis, petrografi dan lokasinya Granitoid Pulau Bangka dibedakan atas Granitoid Toboali, Pangkal Pinang, Koba, Romodong/Belinyu, Pemali, Penyamun, Sungai Liat, Menumbing, Tempilang, dan Jebus/Parit Tiga, sedangkan proporsi mineral penyusun Granitoid Pulau Bangka sebagai granit biotit ± muskovit ± kordierit sebagai penciri tipologi granitoid tipe S yang dijumpai melimpah pada Granitoid Bangka Selatan dan Barat. Perhitungan normatif CIPW diperkuat analisis mineragrafi menunjukkan proporsi kandungan magnetit pada Granitoid Pemali, Pading (Bangka Tengah) dan Belinyu (Bangka Timur) sebagai tipe magnetit penciri tipologi granitoid tipe I. Berdasarkan data unsur utama didapatkan Granitoid Pulau Bangka memiliki pola distribusi diagram Harker normal akibat fraksinasi kristalisasi, sedangkan afinitas, dan sifat magmanya pada kisaran *Calc Alkaline*–*High K Calc Alkaline*, peraluminous dan *ferroan*. Afinitas magma tersebut dapat terbentuk pada geodinamik subduksi–kolisi. Kandungan TiO₂ pada Granitoid Pulau Bangka kurang dari 1,3 % mengindikasikan situasi subduksi, sedangkan diagram tektonik pembeda geokimia unsur utama diklasifikasikan pembentukan granitoid pada *Continental Arc–Collision*.

SARAN

Penelitian ini akan dilanjutkan dengan analisis geokimia lebih luas termasuk unsur jejak dan tanah jarang untuk dapat membedakan tektonomagmatisme dan tipologi granitoid masing-masing.

DAFTAR PUSTAKA

1. COBBING, E. J., MALLICK, D. I. J., PITFIELD, P. E. J., TEOH, L. H., "The Granites of the Southeast Asian Tin Belt", *Journal of the Geological Society*, 143, 537–550, 1986.
2. BARBER, A.J., CROW, M.J., DE SMET, M.E.M., "Tectonic Evolution". In: Barber, A.J., Crow, M.J., Milsom, J.S. (Eds.), *Sumatera: Geology, Resources and Tectonic Evolution, Geological Society Memoar*, 31, 234–259, 2005.
3. SCHWARTZ, M.O., RAJAH, S.S., ASKURY, A.K., PUTTHAPIBAN, P., DJASWADI, S., "The Southeast Asian Tin Belt", *Earth-Science Reviews*, 38, 295-293, 1995.
4. ANDI MANGGA, S., DJAMAL, B., "Peta Geologi Lembar Bangka Utara dan Bangka Selatan", Pusat Penelitian Pengembangan Geologi, Bandung, 1994.
5. LE BAS, M. J., STRECKEISEN, A. L., "The IUGS Systematics of Igneous Rocks", *Journal of the Geological Society, London*, 148, 825-833, 1991.
6. GILL, R., "Igneous Rock and Processes: a Practical Guide", Wiley-Black Well, Malaysia, 2010.
7. BATAN, "Laporan Akhir Kegiatan Inventarisasi Sumberdaya Thorium daerah Bangka", Pusat Pengembangan Geologi Nuklir, Jakarta, tidak dipublikasikan, 2011.
8. BILLUR, B., "Geology and Petrology of the Beypazarı Granitoids: Yassıkaya Sector", Master Thesis, the Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University [tidak dipublikasikan], 2004.
9. GILL, J.B., "Orogenic Andesites and Plate Tectonics", Berlin:Springer-Verlag, 1981.
10. FROST, B.R., FROST, C.D., "A Geochemical Classification for Feldspathic Igneous Rocks", *Journal of Petrology*, v.49, 11, 1955-1969, 2008.
11. GHANI, A., YUSOFF, I., HASSAN, M., RAMLI, R., "Geochemical Study of Volcanic and Associated Granitic Rocks from Endau Rompin, Johor, Peninsular Malaysia", *Journal of Earth System Science*, v.122 No 1, 65-78, 2013.
12. MANIAR, P.D., PICCOLI, P.M., "Tectonic Discrimination of Granitoids", *Bulletin of the American Geological Society*, 101, 635–643, 1989.
13. ROBERTS, M. P., CLEMENS, J.D., "Origin of High-Potassium, Calc-Alkaline, I-type Granitoids", *Geology*, 21, 825-828, 1993.
14. DE LA ROCHE, H., LETERRIER, J., GRANDCLAUDE, P., MARCHAL, M., "A Classification of Volcanic and Plutonic Rocks using R1 R2-Diagram and Major-Element Analysis-its Relation with Current Nomenclature", *Chem. Geol.*, 29, 183–210, 1980.
15. CHAPPEL, B.W., WHITE, A.J.R., "Two Contrasting Granite Types: 25 years later", *Australian Journal of Earth Sciences*, 48, 489–499, 2001.
16. ISHIHARA, S., "Magnetite-Series and Ilmenite Series Granitic Rocks", *Mining Geology*, 27, 293–305, 1977.
17. SHAND, S.J., "Eruptive Rocks", John Wiley New York, 444 p., 1951.